

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

«Напружено-деформований стан фундаментних
конструкцій висотної будівлі в залежності від
параметрів ґрунтової основи»

Магістрант: Заворітний Богдан Миколайович

Керівник: Меть Іван Миколайович

ТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ: Напружено-деформований стан фундаментних конструкцій висотної будівлі в залежності від параметрів ґрунтової основи

Актуальність теми: Проблеми, що виникають при проектуванні і будівництві основ і фундаментів багатопверхових будівель, пов'язані з тим, що зростання поверховості і розмірів будівлі в плані призводить до суттєвих якісних змін процесу формування напружено-деформованого стану основи, конструкцій фундаментів і будівлі, а також спільної роботи системи «ґрунтова основа – фундамент – надземна частина будівлі» в цілому.

Деформаційні характеристики та показники міцності ґрунтів основи можуть мати недостатньо високі характеристики та не задовольняти потреби проектувальників. В умовах, коли значне навантаження від багатопверхових споруд передається на такі відкладення, роль ґрунтової основи у системі «основа– фундамент – будівля» збільшується.

Мета роботи: Метою атестаційної магістерської роботи є – дослідження напружено-деформованого стану фундаментних конструкцій в залежності від параметрів ґрунтової основи.

Основні задачі:

- 1) Узагальнити основні фактори та механізми деформування ґрунтової основи, які формують напружено-деформований стан фундаментних конструкцій в процесі будівництва та експлуатації будинку
- 2) Проаналізувати вплив механічних характеристик ґрунтової основи на напруження у фундаментній плиті будинку
- 3) Визначити деформації будинку в залежності від показника міцності ґрунтів під фундаментом

Об'єкт дослідження:

Об'єктом дослідження є взаємодія елементів системи «ґрунтова основа – фундамент – будівля».

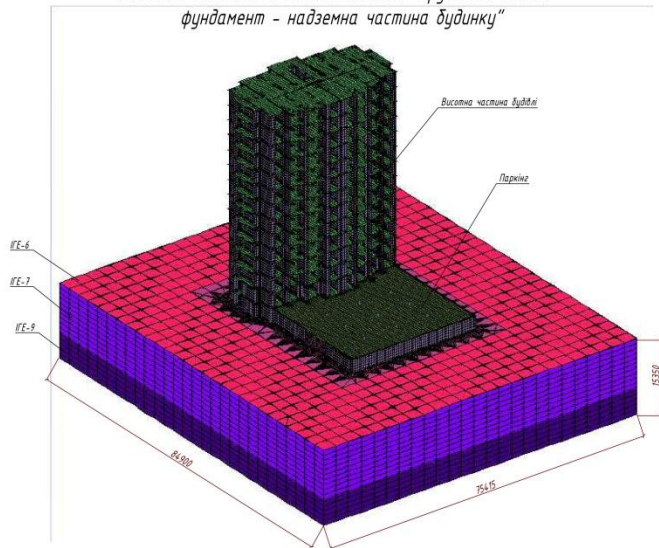
Предмет дослідження:

Предметом дослідження є напружено-деформований стан фундаментів будинку при покращенні показників міцності і деформаційних характеристик основи.

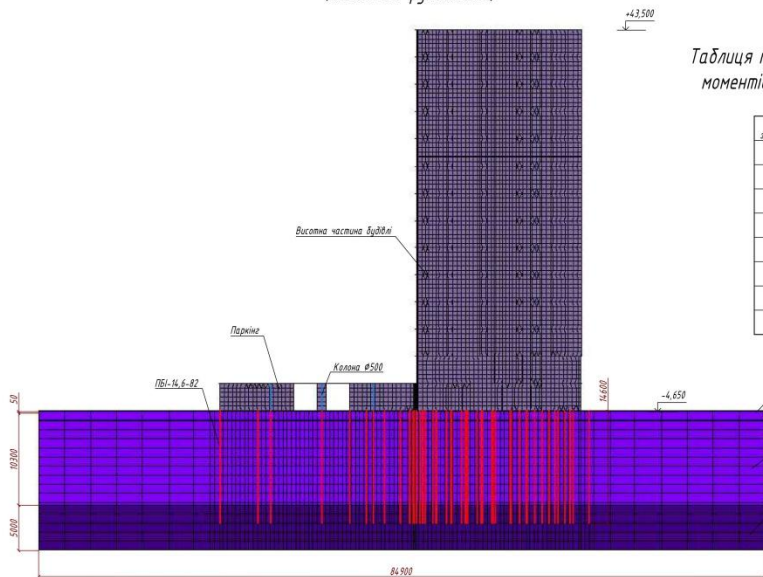
Новизна:

виконані та проаналізовані розрахунки на базі системи «ґрунтова основа–фундамент–надземна частина будинку» в природних та поліпшених характеристиках ґрунту, і встановлено, що при закріпленні основи ґрунто-цементними елементами можлива поява зон нерівномірного осідання конструкції. Через такий крен будівлі виникає можливість появи тріщин в несучих конструкції. Це має бути враховано при проектуванні надземної частини будівлі та фундаменту. Врахування даного фактору дає можливість покращити надійність та довговічність експлуатації будівель і споруд, які зводяться на основі, яка складена із слабких ґрунтів.

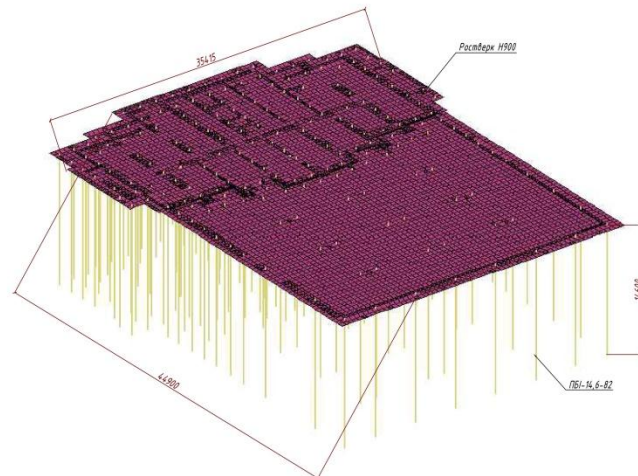
Скінченно-елементна модель системи "грунтова основа - фундамент - надземна частина будинку"



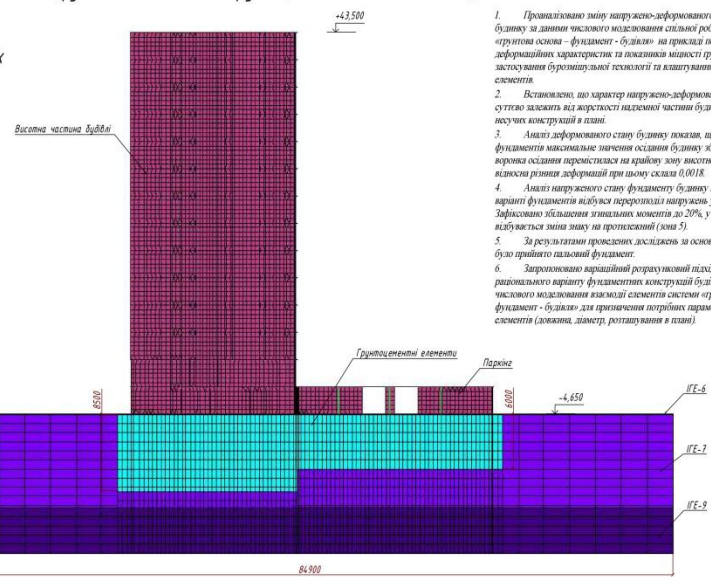
Розріз скінченно-елементної моделі першого варіанту (пальовий фундамент)



Скінченно-елементна модель пальового фундаменту



Розріз скінченно-елементної моделі другого варіанту (фундаментна плита з грунтоцементними елементами)



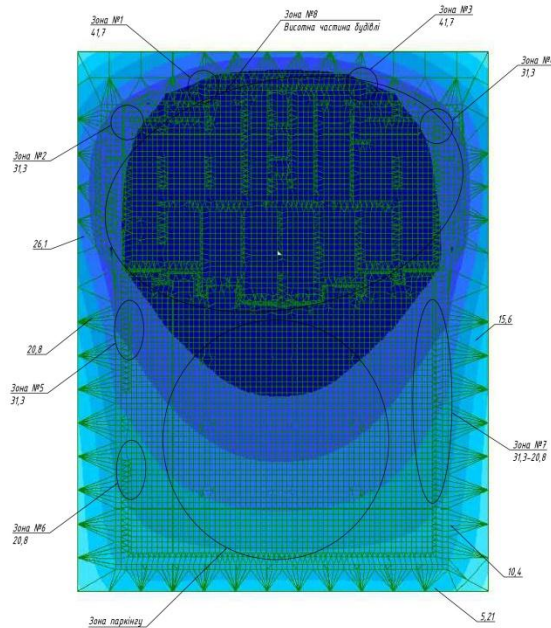
Висновки

1. Проведено збір напружено-деформованого стану фундаменту будинку за даними числового моделювання сильної роботи елементів системи «грунтова основа – фундамент – будинок» на прикладі покращення деформаційних характеристик та показників міцності ґрунтів осідлом застосування бурозливової технології та влаштування ґрунтоцементних елементів.
2. Встановлено, що характер напружено-деформованого стану фундаменту суттєво залежить від жорсткості надземної частини будинку та розташування несучих конструкцій в плані.
3. Аналіз деформованого стану будинку показав, що при другому варіанті фундаменту максимальне значення осідання будинку збільшилося у 2,6 разів, зворота осідання перемістилися на крайню зовнішню частину будинку, відносна рівнина деформацій при цьому склала 0,0018.
4. Аналіз напруженого стану фундаменту будинку показав, що при другому варіанті фундаменту відбувся переорієнтації напружень у плиті фундаменту. Значно збільшилася величина моментів до 20%, у деяких зонах відомість зміни зони на протекції (жон 5).
5. За результатами проведених досліджень за основний варіант фундаменту було прийнято гальовий фундамент.
6. Запропоновано варіаційний розрахунковий підхід для пошуку раціонального варіанту фундаментних конструкцій будівлі або скорида шляхом числового моделювання взаємодії елементів системи «грунтова основа – фундамент – будинок» для визначення потрібних параметрів ґрунтоцементних елементів (довжина, діаметр, розташування в плані).

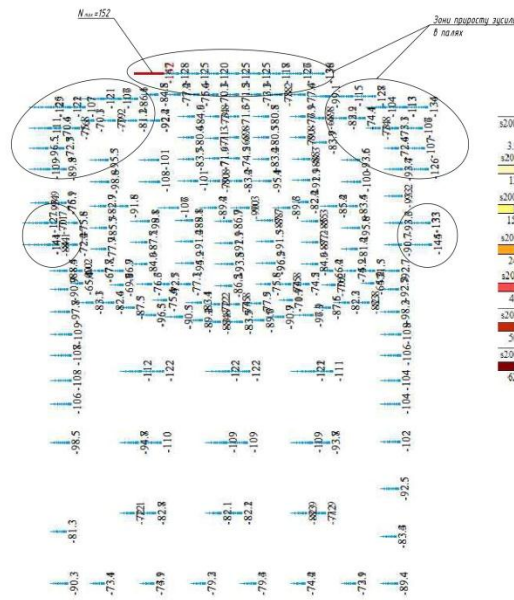
Таблиця порівняння величин знайденних моментів та осідання обох варіантів

№ зони	M _x		M _y		S	
	тм/м	%	тм/м	%	мм	%
1	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4
2	168	-14,7	186	-13,24	31,3	+67,9
3	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4
4	168	-14,7	186	-13,24	31,3	+67,9
5	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4
6	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4
7	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4
8	-21,2	+15,7	186	-13,24	4,1,2	+61,4

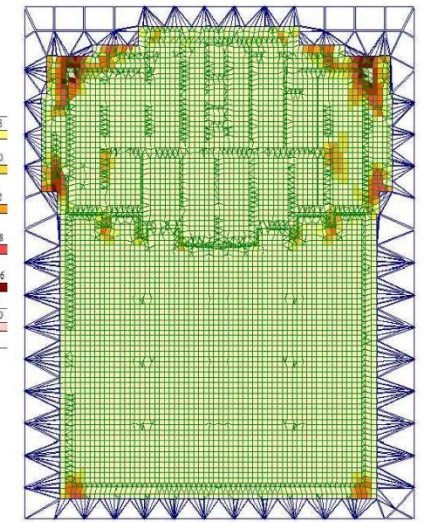
Ізополюса осідання розтверку, мм



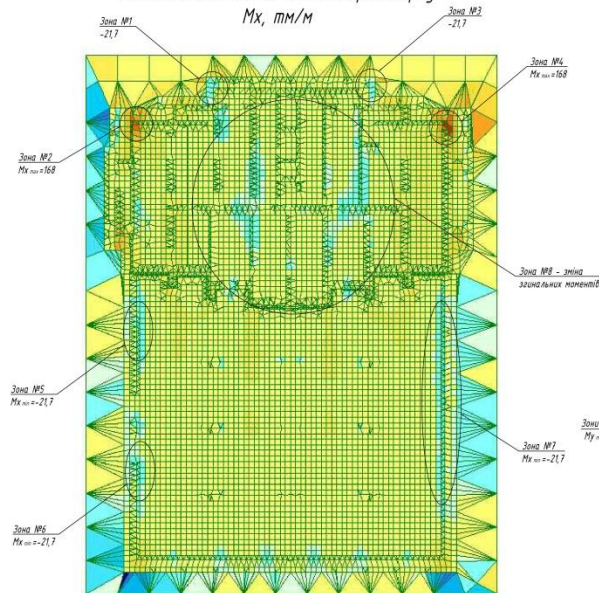
Зусилля в палях N, т



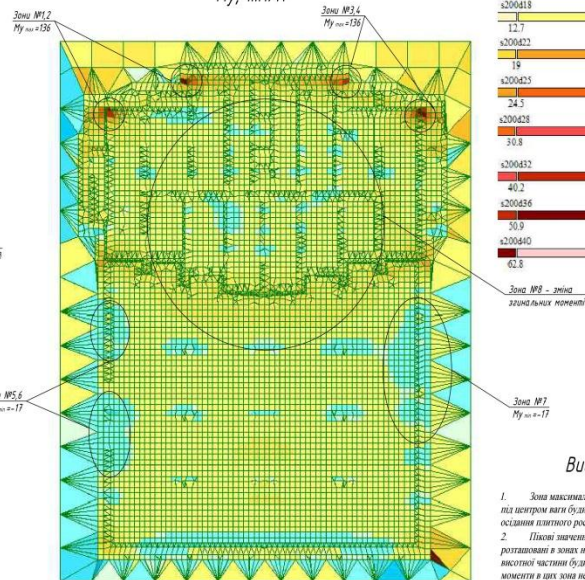
Мозаїка нижньої арматури у розтверку по осі X



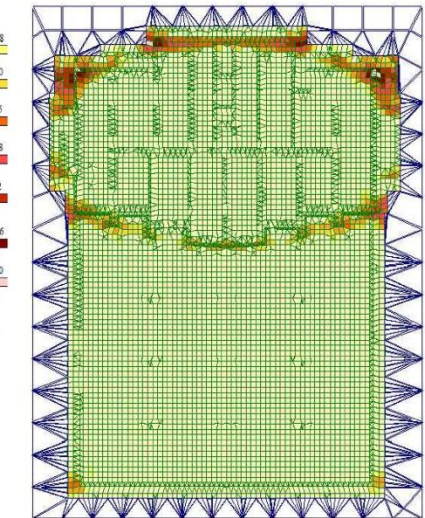
Мозаїка згинальних моментів розтверку
Mx, тм/м



Мозаїка згинальних моментів розтверку
My, тм/м



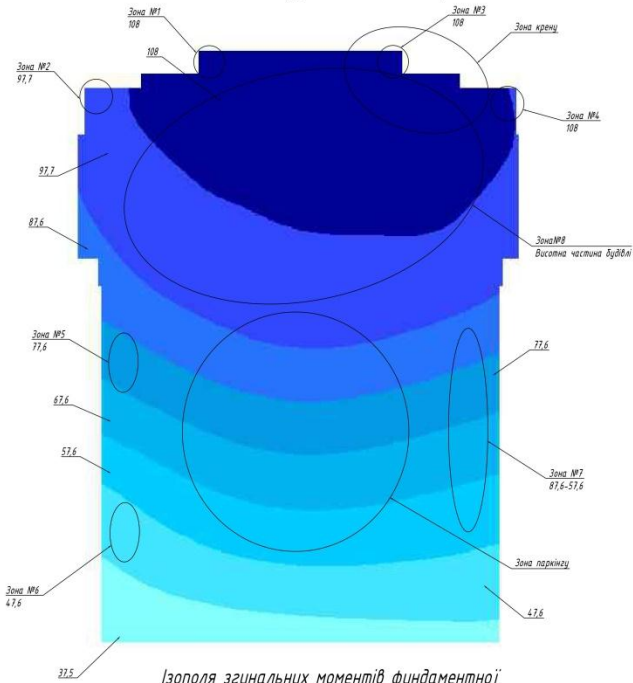
Мозаїка нижньої арматури у розтверку по осі Y



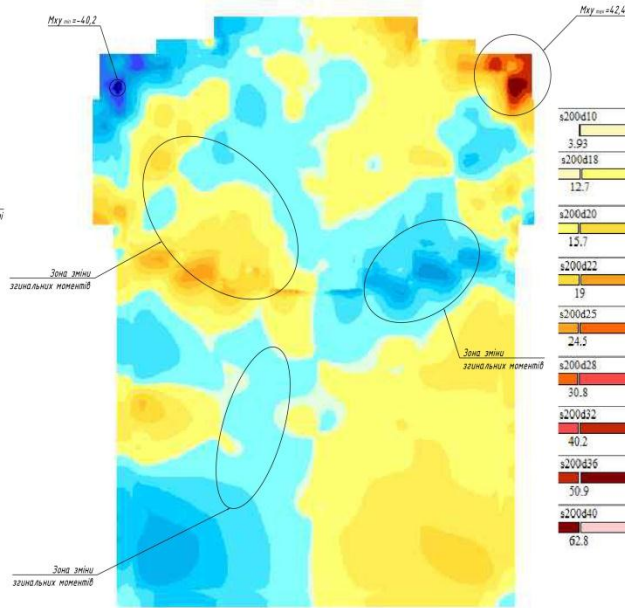
Висновки

1. Зона максимальних деформацій розташована під центром ваги будинку. Максимальне значення осідання плитного розтверку склало 41,7 мм.
2. Пикові значення згинальних моментів розташовані в зонах на перетині зовнішніх стін висотної частини будинку. За величиною згинальних моментів в цих зонах не перевищують 168 тм/м (Mx) та 136 тм/м (My).

Ізополя осідання фундаментної плити, мм



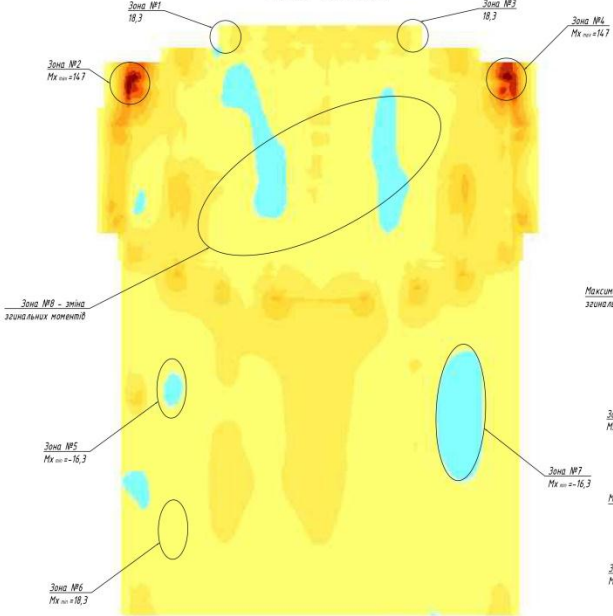
Ізополя згинальних моментів фундаментної плити Мху, тм/м



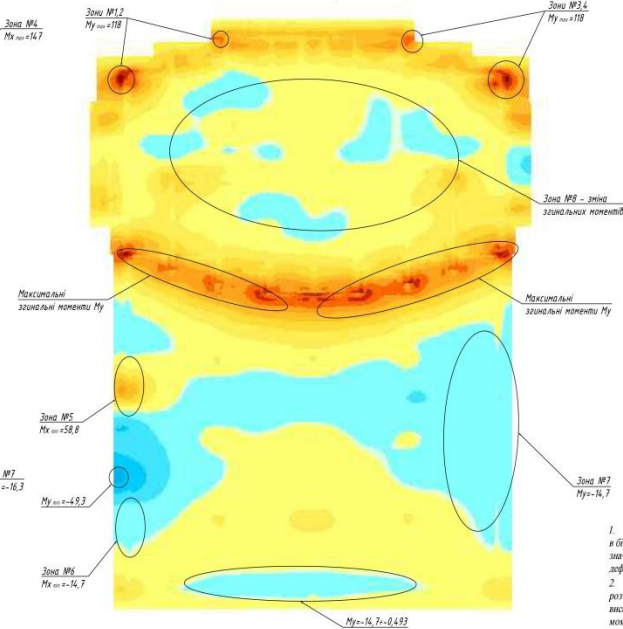
Мозаїка нижньої арматури у фундаментній плиті по осі X



Ізополя згинальних моментів фундаментної плити Мх, тм/м



Ізополя згинальних моментів фундаментної плити Му, тм/м



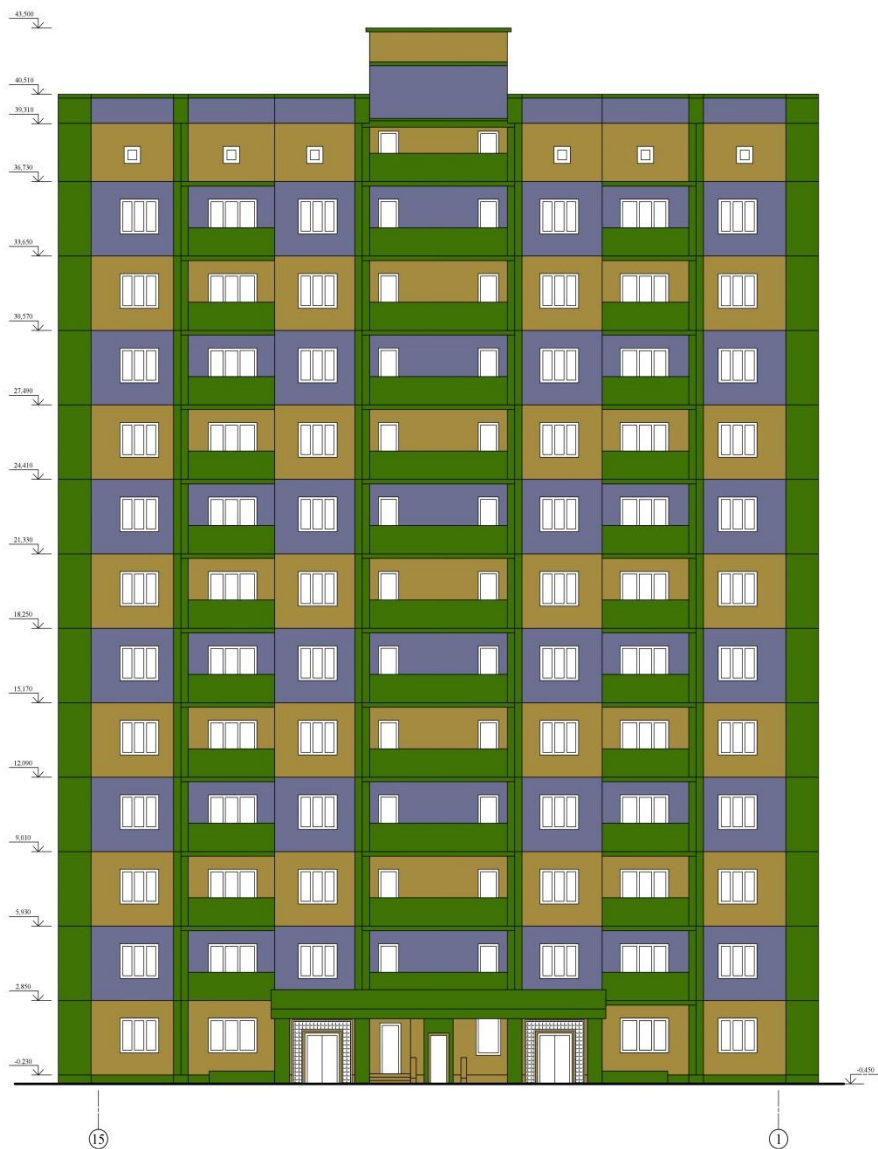
Мозаїка нижньої арматури у фундаментній плиті по осі Y



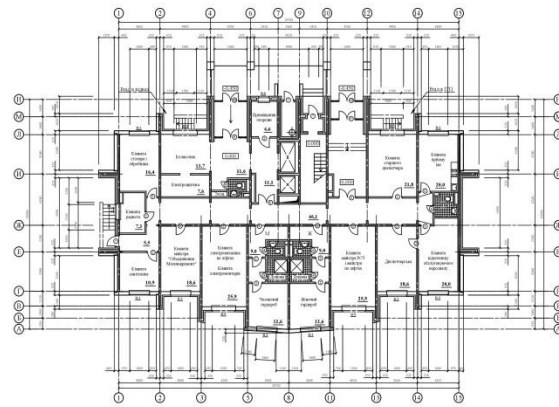
Висновки

1. Зона максимальних деформативних переміщень в бік ядра жорсткості висотної частини. Максимальне значення складє 108 мм. Відносна різниця деформативної фундаментної плити складє 0,0018.
2. Площі значень згинальних моментів розташовані в зонах на поверхні зовнішньої стіни висотної частини будівлю. За величю згинальних моментів в цих зонах не перевищують 147 тм/м (Мх) та 118 тм/м (Му).

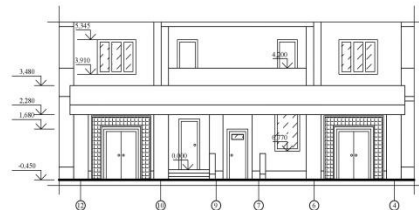
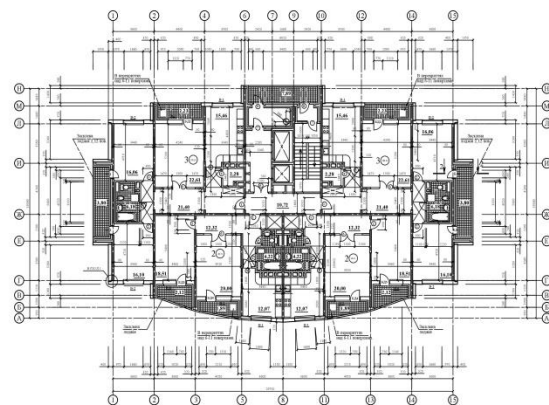
Фасад 1 - 15



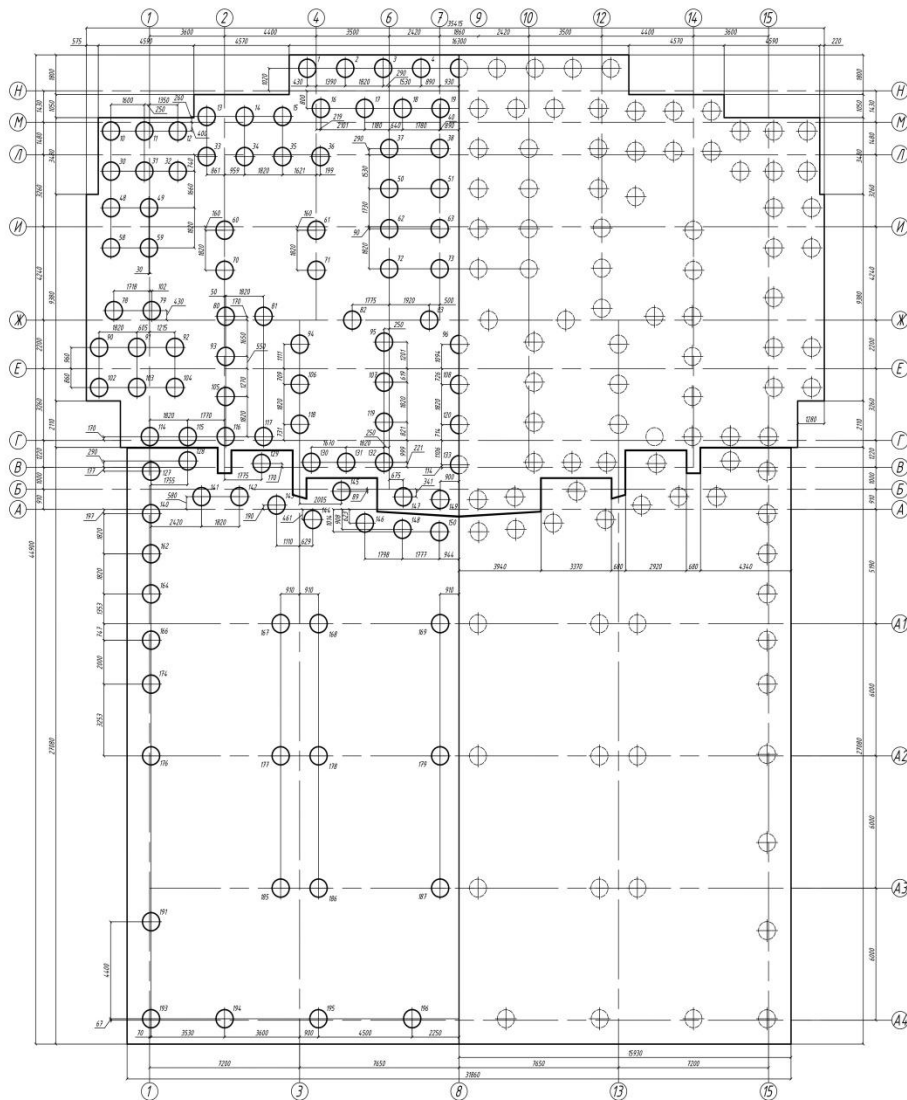
План першого поверху на відм. 0,000



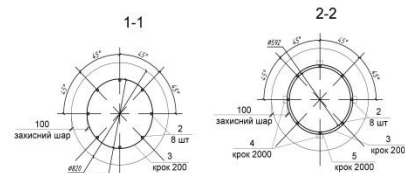
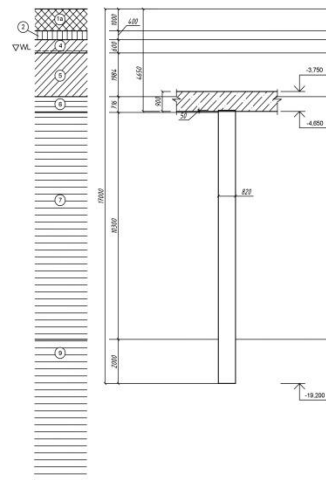
План типового поверху на відм. +3,080



План розташування бурін'євських паль та ростверку



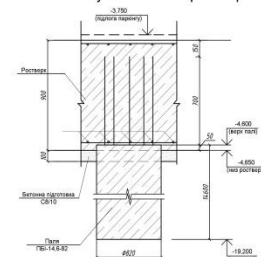
Посадка палі ПБІ-14,6-82 на геологічний розріз



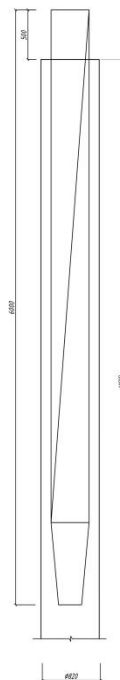
Поз.4



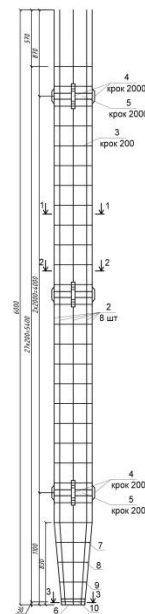
Схема стикування палі з ростверком



ПБІ-14,6-82
Опалубочне креслення



Каркас КР-1



Специфікація арматурних виробів

Позиція	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітки
1	Складальні одиниці			
	Каркас КР-1	200	82,51	1650,2
	Матеріали			
	Бетон класу С25/30	м³	570,85	

Специфікація каркасу

Марка виробу	Поз.	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітки
КР-1	2	Ø14 А500С ДСТУ 3760:2006 L=6000	8	7,25	82,51
	3	Ø6 А240С ДСТУ 3760:2006 L=1320	24	0,29	
	4	- полоса 40x4 ГОСТ 19903-74 L=270	12	0,34	
	5	- полоса 60x6 ГОСТ 19903-74 L=1220	3	3,45	
	6	- полоса 60x6 ГОСТ 19903-74 L=780	1	2,20	
	7	Ø6 А240С ДСТУ 3760:2006 L=1210	1	0,27	
	8	Ø6 А240С ДСТУ 3760:2006 L=1100	1	0,24	
	9	Ø6 А240С ДСТУ 3760:2006 L=990	1	0,22	
	10	Ø6 А240С ДСТУ 3760:2006 L=880	1	0,19	

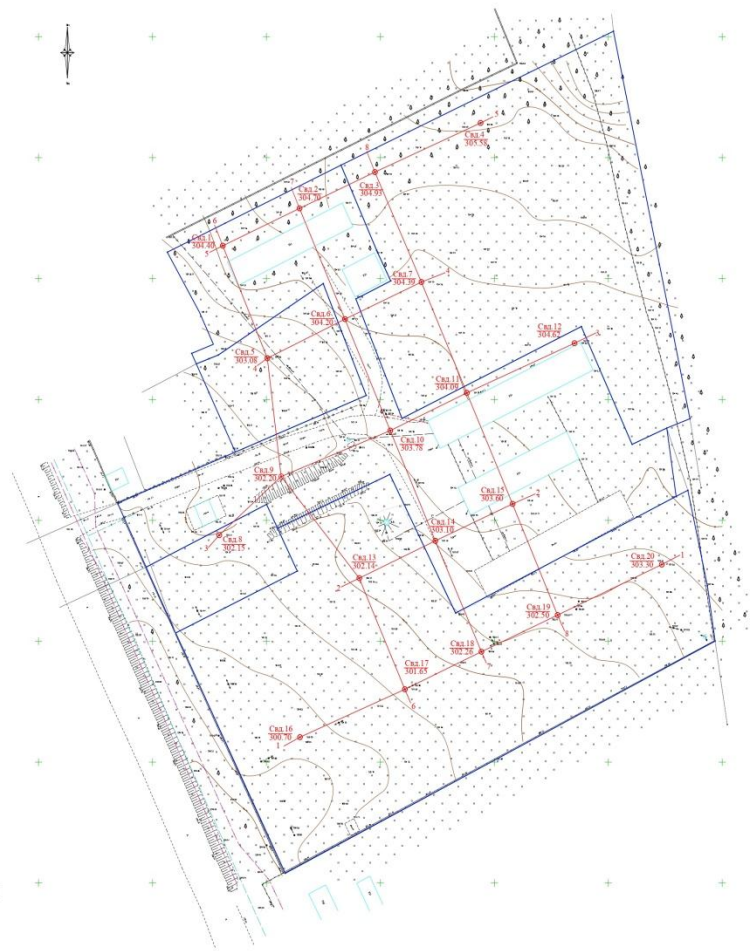
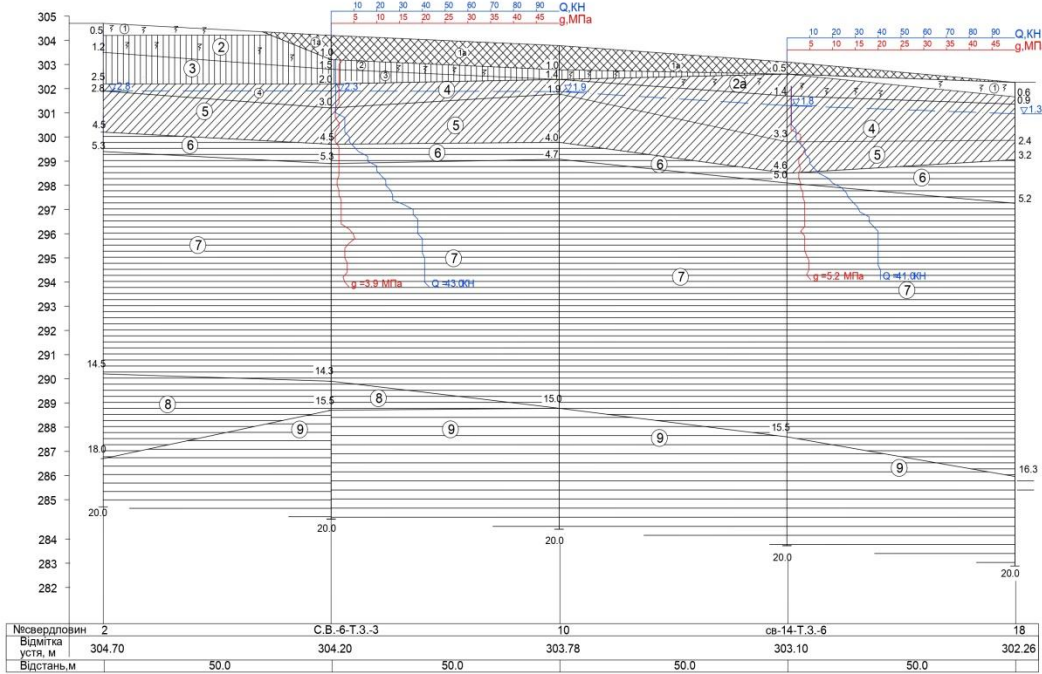
Інженерно-геологічний розріз 7-7

масштаб: гориз. 1:500

вертик. 1:100

Схема розташування свердловин

свердловин



Таблиця нормативних і розрахункових значень фізико-механічних властивостей ґрунтів

Номер шп	Номенклатура ґрунту	Нормативні, kN												Розрахункові											
		с	φ	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н	φ _н			
1	Насипний сугиєл - бід. сугиєл, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар, ґрунтово-рослинний шар	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1a	ґрунтово-рослинний шар	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Сугиєлок напівтвердий, бідий, глинистий, карбонатний, просадний	0.22	0.38	0.22	0.16	0	1.69	1.38	2.68	0.94	0.83	9	14	14	0.31	0.96	0.90	6	1.87	1.65	14	9	14	12	III
2a	Сугиєлок напівтвердий, бідий, карбонатний, просадний	0.29	0.36	0.21	0.15	0.27	1.74	1.39	2.68	0.93	0.72	8	14	14	0.31	0.87	0.90	6	1.75	1.72	14	9	14	12	III
3	Сугиєлок напівтвердий, середній, карбонатний, просадний	0.17	0.28	0.17	0.11	0	1.66	1.42	2.68	0.89	0.51	11	15	15	0.30	0.91	0.90	4	1.84	1.62	15	10	15	13	III
4	Сугиєлок напівтвердий, середній, карбонатний, просадний	0.28	0.33	0.21	0.12	0.58	1.79	1.40	2.68	0.92	0.82	7	15	14	0.28	0.96	0.82	7	1.78	1.77	15	10	14	12	III
5	Сугиєлок напівтвердий, середній, карбонатний, просадний	0.22	0.37	0.20	0.17	0.12	1.88	1.54	2.68	0.74	0.80	12	18	15	0.22	0.12	0.80	14	1.87	1.86	18	12	15	13	II
6	Глина напівтверда, середній, карбонатний, просадний	0.27	0.45	0.22	0.23	0.22	1.88	1.48	2.74	0.85	0.87	13	32	11	0.31	0.28	1	11	1.86	1.84	32	21	11	10	II
7	Глина тверда, середній, карбонатний, просадний	0.25	0.59	0.30	0.25	<0	1.89	1.51	2.74	0.81	0.84	16	39	18	0.25	<0	0.84	16	1.88	1.87	39	26	18	16	II
8	Глина тверда, середній, карбонатний, просадний	0.26	0.65	0.26	0.35	<0	1.87	1.50	2.74	0.83	0.82	19	42	19	0.25	<0	0.82	19	1.86	1.85	42	28	19	17	II
9	Глина тверда, середній, карбонатний, просадний	0.30	0.79	0.37	0.42	<0	1.87	1.44	2.74	0.90	0.91	16	44	17	0.30	<0	0.91	16	1.86	1.85	44	29	17	15	II

Умовні позначення

- ПЕ 1 - насипний ґрунт
- ПЕ 3 - сугиєлок напівтвердий
- ПЕ 7 - глина тверда
- ПЕ 1a - ґрунтово-рослинний шар
- ПЕ 2a - сугиєлок тугопластичний
- ПЕ 4 - сугиєлок м'якопластичний
- ПЕ 8 - глина тверда
- ПЕ 2 - сугиєлок напівтвердий
- ПЕ 5 - сугиєлок напівтвердий
- ПЕ 9 - глина тверда
- ПЕ 6 - глина напівтверда

Опалубочне креслення

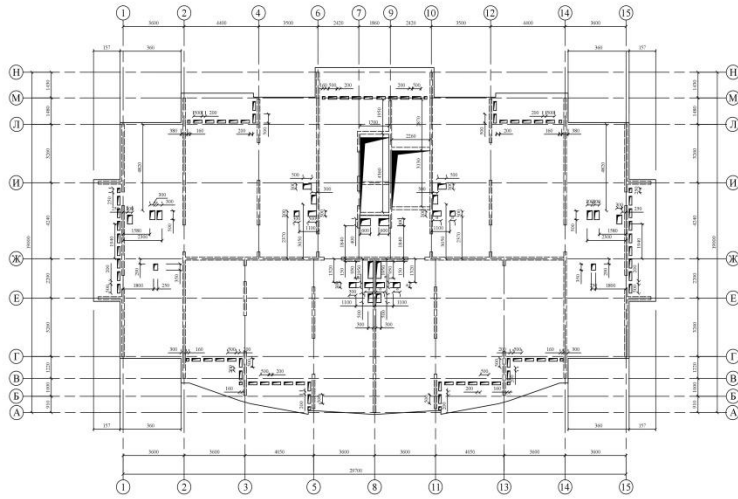
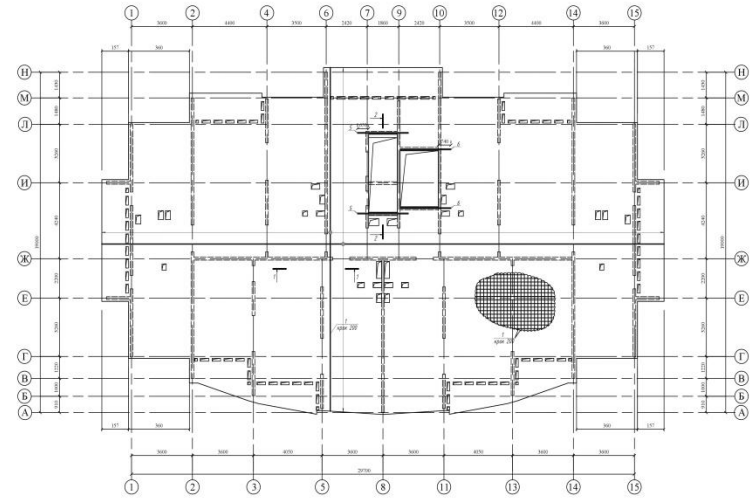


Схема розташування основної арматури в верхній і нижній зонах армування



Розріз 1-1

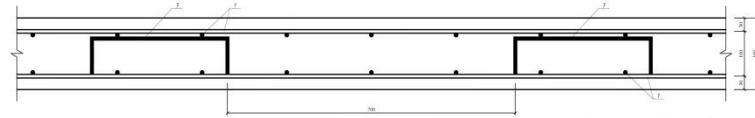
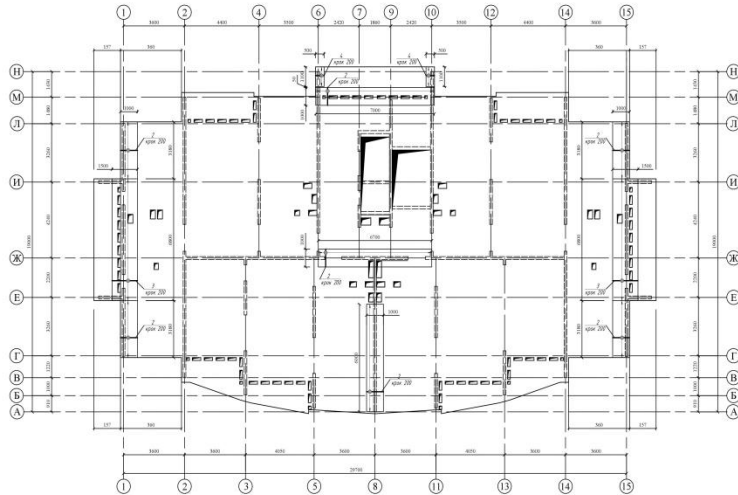
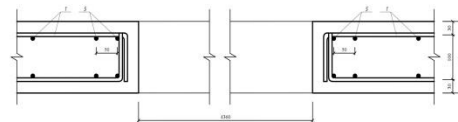


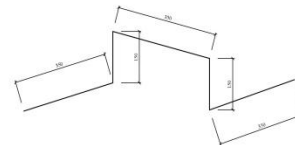
Схема розташування додаткової арматури в верхній зоні армування



Розріз 2-2



Поз. 7



Специфікація арматурних виробів

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од. , кг	Примітки
<i>Деталі</i>					
1		Ø8 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 12570м		0,395	4965,15
2		Ø12 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 1,0м	158	0,888	140,3
3		Ø12 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 1,5м	68	1,332	90,58
4		Ø12 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 0,5м	10	0,444	4,44
5		Ø8 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 3,0м	8	1,185	9,48
6		Ø8 A500C, ДСТУ 3760:2006 L= 3,0м	8	1,185	9,48
7		Ø8 A240C, ДСТУ 3760:2006 L= 1,35м	660	0,533	351,78
<i>Матеріали</i>					
		Бетон C25/30	73,3		м ³

Примітка:

1. Бетон важкий класу C²⁵/30
2. В місцях пропуску комунікацій та утеплювача сутку обрізати по місцю
3. Захисний шар арматури 30 мм.
4. Арматування стін умовно не показано

Висновки

В наслідок виконаних розрахунків було отримано такі результати:

- проаналізовано зміну напружено-деформованого стану фундаментів будинку за даними числового моделювання спільної роботи елементів системи «грунтова основа - фундамент - будівля» на прикладі покращення деформаційних характеристик та показників міцності ґрунтів основи шляхом застосування бурозмішувальної технології та влаштування ґрунтоцементних елементів;
- встановлено, що характер напружено-деформованого стану фундаментів суттєво залежить від жорсткості надземної частини будинку та розташування несучих конструкцій в плані;
- запропоновано варіаційний розрахунковий підхід для пошуку раціонального варіанту фундаментних конструкцій будівлі або споруди шляхом числового моделювання взаємодії елементів системи «грунтова основа - фундамент - будівля» для призначення потрібних параметрів ґрунтоцементних елементів (довжина, діаметр, розташування в плані).
- Другий варіант виявився економнішим на 878 697 грн. Однак з'являється крен будівлі та збільшується величина осідання. Виходячи з цього остаточно був прийнятий варіант №1 - будівля на пальовому фундаменті.
- Відносна різниця осідання другого варіанту складає 0,018м, що в свою чергу не перевищує граничних значень, наведених в нормах.
- В результаті проведених розрахунків першого варіанту (пального фундаменту) осідання склало 41,7 мм, зона максимального осідання розташована під висотною частиною будівлі. При проектуванні фундаментної плити осідання зросло в 2,6 рази і склали 108 мм, також зона осідання змістилась до ядра жорсткості.